

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/DE05/000037

International filing date: 13 January 2005 (13.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 003 694.2
Filing date: 24 January 2004 (24.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 February 2005 (28.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE 05/00037

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

10 2004 003 694.2

Anmeldetag:

24. Januar 2004

Anmelder/Inhaber:

Gerhard Stock, 56850 Enkirch/DE

Bezeichnung:Anordnung zum Umwandeln von thermischer
in motorische Energie**IPC:**

F 03 G 7/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.****München, den 15. Februar 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag**

Remus

22.01.2004

Anordnung zum Umwandeln von thermischer
in motorische Energie

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zum Umwandeln von thermischer in motorische Energie mit mindestens einem Druckbehälter, der mindestens eine obere Einspritzöffnung für ein warmes und/oder kaltes Fluid aufweist, und mit einer mit einem Arbeitskreislauf gekoppelten Flüssigkolbenpumpe innerhalb des Druckbehälters.

Die EP 1 159 512 B1 beschreibt ein Gasausdehnungselement für eine Anordnung zum Umwandeln von thermischer in motorische Energie, bestehend aus einem mit einem Gas- oder Gasgemisch gefüllten geschlossenen Druckbehälter, der über einen verschiebbaren Kolben mit der Anordnung wirksam verbunden ist und eine obere Einspritzöffnung für Warmwasser sowie eine obere Einspritzöffnung für Kaltwasser und eine untere Wasserablauföffnung hat. Die untere Wasserablauföffnung ist am unteren Ende eines den Druckbehälter nach unten überragenden Sumpfes angeordnet, der einen wesentlich kleineren Durchmesser als der Druckbehälter hat, und der Kolben ist als Flüssigkolbenpumpe ausgebildet, die eingangsseitig mit der Wasserablauföffnung des Druckbehälters, der ein Wasserzulauf eines Arbeitskreislaufes zugeordnet ist, und

ausgangsseitig mit einem Wasserablauf des Arbeitskreislaufes verbunden ist.

Des Weiteren offenbart die DE 102 09 998 A1 ein Gasausdehnungselement für eine Anordnung zum Umwandeln von thermischer in motorische Energie, bestehend aus einem mit einem Gasgemisch gefüllten geschlossenen Druckbehälter, der über einen Flüssigkolben mit der Anordnung wirksam verbunden ist und jeweils eine obere Einspritzöffnung für Warmwasser sowie für Kaltwasser und eine untere mit einem Arbeitskreislauf verbundene Wasserablauföffnung aufweist. Der Flüssigkolben ist innerhalb des Druckbehälters vorgesehen und auf der druckbeaufschlagten Oberfläche des Flüssigkolbens schwimmt eine von dem Gas oder Gasgemisch beaufschlagte druckbeständige Trennschicht. Ein solches Gasausdehnungselement ist auch aus der US 3 608 311 A1 bekannt. Hierbei steht der Flüssigkolben über jeweils eine Öffnung mit einem Vorlauf und einem Rücklauf eines Arbeitskreislaufes sowie mit den Einspritzöffnungen für Warm- und Kaltwasser in Verbindung. Diese Gasausdehnungselemente sind insofern nachteilig, als das bei der Zufuhr von Warmwasser expandierende Gas den Flüssigkolben nur unzureichend beaufschlagt und eine verhältnismäßig große Wärmemenge des gespritzten Warmwassers in den Flüssigkolben eingetragen wird und damit nicht mehr zur Expansion des Gases zur Verfügung steht, weshalb die Anordnung zum Umwandeln von thermischer in motorische Energie einen relativ geringen Wirkungsgrad aufweist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung zum Umwandeln von thermischer in motorische Energie der eingangs genann-

ten Art zu schaffen, die bei einem einfachen Aufbau einen relativ hohen Wirkungsgrad aufweist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass der Druckbehälter eine mit einer Bohrung versehene horizontale Wandung aufweist, wobei sich oberhalb der Wandung ein Gas oder Gasgemisch und unterhalb der Wandung die Flüssigkolbenpumpe befindet.

Mit der horizontalen Wandung wird eine thermische Trennung zwischen den abwechselnd mit einem warmen bzw. kalten Fluid beaufschlagten Gas und der Flüssigkolbenpumpe erzielt. Hierbei bildet die Bohrung eine Art Sumpf, der ein Überströmen des gasförmigen Mediums in den Bereich der Flüssigkolbenpumpe reduziert und damit einen Wärmeübergang zwischen der Luft und dem Flüssigkolben vermindert, wobei ausfallendes Kondensat durch die Bohrung in den Flüssigkolben gelangt. Des Weiteren stellt die örtliche Begrenzung durch die Wandung ein schnelles Durchdringen des Gases mit dem warmen bzw. kalten Fluid zur Expansion bzw. Kontraktion der Luft sicher.

Bevorzugt erweitert sich die Bohrung in Richtung des mit Gas gefüllten Abschnittes des Druckbehälters konisch. Durch die Konizität der Bohrung, die sich bis annähernd an die Wand des Druckbehälters erstreckt, ist das Sammeln und Ableiten von Kondensat aus dem mit Gas gefüllten Abschnitt des Druckbehälters begünstigt, wobei sich die Bohrung aufgrund ihres zylindrischen Teils günstig auf den Wärmeübergang zwischen dem Gas und dem Flüssigkolben auswirkt.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung ist in die Wandung ein Schwimmerventil mit der Bohrung zur Füllstandsbegrenzung der Flüssigkolbenpumpe eingesetzt. Das Schwimmerventil gibt beim Expandieren des Gases im Druckbehälter die Bohrung frei, damit eine Beaufschlagung der Flüssigkolbenpumpe stattfindet, und verschließt die Bohrung beim Erreichen eines Maximalfüllstandes der Flüssigkolbenpumpe, um ein Überströmen der Flüssigkeit in den mit Gas gefüllten Bereich des Druckbehälters zu verhindern.

Vorzugsweise umfasst das Schwimmerventil einen in die Wandung eingeschraubten Korb zur Aufnahme einer Kunststoffkugel, wobei der Korb den zylindrischen Teil der Bohrung aufweist. Die Kunststoffkugel hat eine geringere Dichte als die Flüssigkeit der Flüssigkolbenpumpe und ist derart bemessen, dass sie die Bohrung verschließt.

Um die Kunststoffkugel des Schwimmerventils vor einer thermischen Beschädigung bei einer Gasbeaufschlagung mit dem warmen Fluid zu schützen, trägt in Ausgestaltung der Korb einen über Distanzbuchsen befestigten Schirm, der in den mit Gas oder Gasgemisch gefüllten Bereich des Druckbehälters ragt. Der Schirm kann beispielsweise aus einem metallischen Werkstoff gefertigt sein und verhindert die direkte Beaufschlagung der Kunststoffkugel mit dem Fluid. Des Weiteren trägt der Schirm zu einer Verteilung des in den Druckbehälter eingespritzten Fluids bei, das demnach das Gas innerhalb des Druckbehälters relativ schnell durchdringt.

Zweckmäßigerweise weist der Druckbehälter an seinem unteren Ende einen Anschlussstutzen zur Verbindung mit einer Vorlaufleitung des Arbeitskreislaufes auf. Vorteilhafterweise ist der Anschlussstutzen mit einem Rücklauf des Arbeitskreislaufes gekoppelt. In dieser Kombination, in der sowohl die Vorlaufleitung als auch die Rücklaufleitung des Arbeitskreislaufes mit dem Anschlussstutzen verbunden sind, ist der Flüssigkolben bzw. die Füllstandshöhe innerhalb der Flüssigkolbenpumpe durch eine relativ einfache Schwimmerschaltung zu erfassen bzw. durch das Schwimmerventil zu begrenzen. Alternativ dazu ist die Rücklaufleitung des Arbeitskreislaufes, insbesondere unter Zwischenschaltung eines steuerbaren Ventils, mit einer zu der Einspritzöffnung für das kalte Fluid oder zu einem Vorratsbehälter für das Fluid führenden Leitung verbunden. Das Fluid in der Rücklaufleitung des Arbeitskreislaufes befindet sich auf einem relativ niedrigen Temperaturniveau und kann als kaltes Fluid in den Druckbehälter geleitet werden, um ein Kontrahieren des darin befindlichen Gases zu bewirken.

Um die translatorische Bewegung der Flüssigkolbenpumpe in eine rotatorische Bewegung umzuwandeln, führt die Vorlaufleitung zu einer Turbine, von der die Rücklaufleitung abgeht.

Zum Laden des Speisewasserkreislaufs und zum Druckausgleich innerhalb der Anordnung ist vorzugsweise die Vorlaufleitung über eine Leitung an den Vorratsbehälter angeschlossen. Der Füllstand des Vorratsbehälters ist mit einem eingesetzten Schwimmerventil regulierbar.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung geht von dem Vorratsbehälter eine Leitung ab, die unter Zwischenschaltung von Ventilen zu einer Heiz- und einer Kühleinrichtung für das Fluid verzweigt. Hierbei können die Ventile beispielsweise als relativ einfache Rückschlagventile ausgebildet sein, um das Gas innerhalb des Druckbehälters druckgesteuert abwechselnd mit warmem oder kaltem Fluid zu beaufschlagen, wobei selbstverständlich auch die Anordnung eines gesteuerten Mehrwege-Ventils denkbar ist. Zweckmäßigerweise sind die Heiz- und die Kühleinrichtung jeweils unter Zwischenschaltung eines gesteuerten Ventils mit einer der Einspritzöffnungen gekoppelt.

Vorzugsweise ist das Fluid Wasser oder eine Pentan, Toluol oder Silikonöl enthaltende organische Substanz. Solche organischen Substanzen finden im Kraftwerksbetrieb im so genannten Organic Rankine Cycle (ORC) Verwendung und haben den Vorteil, dass sie bei Umgebungsdruck bereits bei verhältnismäßig geringen Temperaturen verdampfen.

Zur weitergehenden Steigerung der Leistung der Anordnung ist nach einer vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgedankens zwischen jeweils zwei Druckbehältern eine Kurzschlussrohrleitung mit mindestens einem steuerbaren Ventil zum Druckausgleich zwischen den Druckbehältern nach dem Verrichten der Arbeit des Gases vorgesehen. Am Ende der Arbeitsphase herrscht zwischen den beiden Druckbehältern eine Druckdifferenz, die durch das warme Gas des einen Druckbehälters und das kalte Gas des anderen Druckbehälters bedingt ist. Mit dem Druckausgleich findet eine Wärmeströmung statt, wodurch die noch vorhandene Wärmeenergie in dem ei-

nen Druckbehälter zur Erwärmung des Gases des anderen Druckbehälters bis zu einer Ausgleichtemperatur ausgenutzt wird. Gleichzeitig steigt die Gasmenge in dem Druckbehälter mit dem expandierenden Gas, womit eine Steigerung der Druckdifferenz zwischen den beiden Druckbehältern und damit eine Leistungserhöhung einhergeht.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen verwendbar sind. Der Rahmen der vorliegenden Erfindung ist nur durch die Ansprüche definiert.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Anordnung zum Umwandeln von thermischer in motorische Energie,

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung der Einzelheit II gemäß Fig. 1 im Teilschnitt,

Fig. 3 eine vergrößerte Schnittdarstellung der Einzelheit III gemäß Fig. 2,

Fig. 4 eine Draufsicht auf die Darstellung nach Fig. 3 und

Fig. 5 eine Prinzipdarstellung eines Druck-Zeit-Diagramms der Anordnung nach Fig. 1.

Die Anordnung umfasst vier Druckbehälter 1, 2, 3, 4, die jeweils eine obere Einspritzöffnung 5 für warmes Wasser sowie eine obere Einspritzöffnung 6 für kaltes Wasser und an ihren unteren Enden einen Anschlussstutzen 7 zur Verbindung mit einem Arbeitskreislauf 8 aufweisen. Die Einspritzöffnung 5 für warmes Wasser steht über eine Leitung 9 mit einer eingesetzten Heizeinrichtung 10 mit einem zugeordneten als Rückschlagventil ausgebildeten Ventil 11 in Verbindung, das über eine Leitung 14 mit einem als Überströmbehälter dienenden Vorratsbehälter 15 für den Ladekreislauf gekoppelt ist. Im Weiteren ist die Leitung 14 über ein weiteres als Rückschlagventil ausgebildetes Ventil 37 über eine mit einer Kühleinrichtung 13 gekoppelte Leitung 12 mit der Einspritzöffnung 6 für kaltes Wasser verbunden. Der Anschlussstutzen 7 jedes Druckbehälters 1, 2, 3, 4 mündet zum einen unter Zwischenschaltung eines Rückschlagventils 16 in eine Vorlaufleitung 17 und zum anderen in eine ebenfalls ein Rückschlagventil 18 aufweisende Rücklaufleitung 19 des Arbeitskreislaufes 8, wobei die Vorlaufleitung 17 sowohl mit einer Turbine 20 als auch unter Zwischenschaltung eines Rückschlagventils 24 mit dem Vorratsbehälter 15 gekoppelt ist. Die die Druckbehälter 1, 2, 3, 4 verbindende Rücklaufleitung 19 ist unter Zwischenschaltung eines steuerbaren als Zwei-Wege-Ventil ausgestalteten Ventils 22 mit der Turbine 20 verbunden.

Innerhalb eines jeden Druckbehälters 1, 2, 3, 4 ist eine mit dem Arbeitskreislauf 8 gekoppelte Flüssigkolbenpumpe 25

ausgebildet. Hierzu weist jeder Druckbehälter 1, 2, 3, 4 eine mit einer Bohrung 26 versehene horizontale Wandung 27 auf, wobei oberhalb der Wandung 27 das Gas und unterhalb der Wandung 27 die Flüssigkolbenpumpe 25 vorhanden ist. Die Bohrung 26 erweitert sich innerhalb der Wandung 27 in Richtung des mit Gas gefüllten Abschnittes des Druckbehälters 1, 2, 3, 4 konisch bis zur Innenwandung des Druckbehälters 1, 2, 3, 4, um anfallendes Kondensat zu sammeln und zur Flüssigkolbenpumpe 25 zu leiten. In die in den Druckbehälter 1, 2, 3, 4 eingeschweißte Wandung 25 ist ein Schwimmerventil 28 eingeschraubt, das in den Bereich der Flüssigkolbenpumpe 25 ragt, um deren Füllstand zu begrenzen. Die obere Stirnseite 30 des Schwimmerventils 28 ist korrespondierend zu dem konischen Verlauf der Bohrung 26 ausgebildet und schließt bündig damit ab. Des Weiteren befindet sich der zylindrische Teil 29 der Bohrung 26 zentrisch in dem Schwimmerventil 28. In der oberen Stirnseite 30 des Schwimmerventils 28 befinden sich zwei zueinander beabstandete Sacklöcher 31 für ein Einschraubwerkzeug. In einem Korb 32 des Schwimmerventils 28, der mit einem Deckel 33 verschlossen ist, ist eine Kunststoffkugel 34 angeordnet, die zum Verschließen der Bohrung 26 beim Erreichen eines maximalen Füllstandes der Flüssigkolbenpumpe 25 dient. Um die Kunststoffkugel 34 vor einer thermischen Belastung beim Einspritzen des warmen Fluids in den Druckbehälter 1, 2, 3, 4 zu schützen, ist auf der oberen Stirnseite 30 des Schwimmerventils 28 ein im Wesentlichen rechteckförmiger Schirm 35 über Distanzbuchsen 36 angeschraubt.

Zu Beginn des Betriebs der Anordnung findet zunächst ventilgesteuert ein Druckausgleich zwischen den Druckbehältern

1 und 2 statt, wie es durch Pfeil A in Fig. 3 symbolisiert ist. Der Pfeil B weist auf den Zeitpunkt hin, bei dem warmes Wasser in den Druckbehälter 3 eingespritzt wird, das ein Expandieren des in diesem Druckbehälter 3 vorhandenen Gases bewirkt. Durch das expandierende Gas wird der verschiebbare Kolben der Flüssigkolbenpumpe 25 verlagert, der somit translatorische Arbeit verrichtet, die über die Vorlaufleitung 17 des Arbeitskreislaufes 8 der Turbine 20 zur Umwandlung in rotatorische Arbeit zugeführt wird. Nach dem Druckanstieg und dem nach der Kolbendisplazierung der Flüssigkolbenpumpe 25 des Druckbehälters 3 entsprechenden Druckabfall in diesem Druckbehälter 3 fällt Wasser aus, das über die Bohrung 26 in die Flüssigkolbenpumpe 25 geleitet wird. Gleichzeitig wird, wie durch Pfeil C angegeben, in der Kühleinrichtung 13 aufbereitetes Kaltwasser über die entsprechende Einspritzöffnung 6 in den Druckbehälter 4 gespritzt. Beim Einsprühen des Kaltwassers in diesen Druckbehälter 4 kontrahiert das Gas und verrichtet ebenfalls über den verschiebbaren Kolben der entsprechenden Flüssigkolbenpumpe 25 Arbeit. Während dieser Phase befinden sich die Druckbehälter 1, 2 auf einem Druckniveau, das ihrem Ausgleichsdruck entspricht. Nach der Übertragung der nutzbaren Expansions- bzw. Kontraktionsarbeit des Gases erfolgt ein Druckausgleich zwischen den Druckbehältern 3, 4, wobei gleichzeitig in den Druckbehälter 1 kaltes Wasser und in den Druckbehälter 2 warmes Wasser eingeleitet wird, so dass deren zugeordneten Flüssigkolbenpumpen 25 Kontraktions- bzw. Expansionsarbeit verrichten. Der Zeitpunkt des Einspritzens von kaltem Wasser in den Druckbehälter 1 ist durch den Pfeil D und der des Einspritzens von warmem Wasser in den Druckbehälter 2 durch den Pfeil E dargestellt.

Das steuerbare Ventil 22 in der Rücklaufleitung 19 ist derart geschaltet, dass es verhindert, dass Wasser in die Druckbehälter 1, 2, 3, 4 gelangt, solange zwischen jeweils zwei Druckbehältern 1, 2, 3, 4 ein Druckausgleich herrscht.

Patentansprüche

1. Anordnung zum Umwandeln von thermischer in motorische Energie mit mindestens einem Druckbehälter (1, 2, 3, 4), der mindestens eine obere Einspritzöffnung (5, 6) für ein warmes und/oder kaltes Fluid aufweist, und mit einer mit einem Arbeitskreislauf (8) gekoppelten Flüssigkolbenpumpe (25) innerhalb des Druckbehälters (1, 2, 3, 4), **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckbehälter (1, 2, 3, 4) eine mit einer Bohrung (26) versehene horizontale Wandung (27) aufweist, wobei sich oberhalb der Wandung (27) ein Gas oder Gasgemisch und unterhalb der Wandung (27) die Flüssigkolbenpumpe (25) befindet.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Bohrung (26) in Richtung des mit Gas gefüllten Abschnittes des Druckbehälters (1, 2, 3, 4) konisch erweitert.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in die Wandung (27) ein Schwimmerventil (28) mit der Bohrung (26) zur Füllstandsbegrenzung der Flüssigkolbenpumpe (25) eingesetzt ist.
4. Anordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schwimmerventil (28) einen in die Wandung (27) eingeschraubten Korb (32) zur Aufnahme einer Kunststoffkugel (34) umfasst, wobei der Korb (32) den zylindrischen Teil (29) der Bohrung (26) aufweist.

5. Anordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Korb (32) einen über Distanzbuchsen (36) befestigten Schirm (35) trägt, der in den mit Gas oder Gasgemisch gefüllten Bereich des Druckbehälters (1, 2, 3, 4) ragt.
6. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckbehälter (1, 2, 3, 4) an seinem unteren Ende einen Anschlussstutzen (7) zur Verbindung mit einer Vorlaufleitung (17) des Arbeitskreislaufes (8) aufweist.
7. Anordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anschlussstutzen (7) mit einer Rücklaufleitung (19) des Arbeitskreislaufes (8) gekoppelt ist.
8. Anordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rücklaufleitung (19) des Arbeitskreislaufes (8), insbesondere unter Zwischenschaltung eines steuerbaren Ventils, mit einer zu der Einspritzöffnung (6) für das kalte Fluid oder zu einem Vorratsbehälter (15) für das Fluid führenden Leitung verbunden ist.
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorlaufleitung (17) zu einer Turbine (20) führt, von der die Rücklaufleitung (19) abgeht.
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorlaufleitung (17) über eine Leitung an den Vorratsbehälter (15) angeschlossen ist.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass von dem Vorratsbehälter (15) eine Leitung (14) abgeht, die unter Zwischenschaltung von Ventilen (11, 37) zu einer Heiz- (10) und einer Kühleinrichtung (13) für das Fluid verzweigt.
12. Anordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heiz- (10) und die Kühleinrichtung (13) jeweils unter Zwischenschaltung eines gesteuerten Ventils mit einer der Einspritzöffnungen (5, 6) gekoppelt sind.
13. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluid Wasser oder eine Pentan, Toluol oder Silikonöl enthaltende organische Substanz ist.
14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen jeweils zwei Druckbehältern (1, 2, 3, 4) eine Kurzschlussrohrleitung mit mindestens einem steuerbaren Ventil zum Druckausgleich zwischen den Druckbehältern (1, 2, 3, 4) nach dem Verichten der Arbeit des Gases vorgesehen ist.

Zusammenfassung

Eine Anordnung zum Umwandeln von thermischer in motorische Energie umfasst mindestens einen Druckbehälter (1, 2, 3, 4), der mindestens eine obere Einspritzöffnung (5, 6) für ein warmes und/oder kaltes Fluid aufweist, und mindestens eine mit einem Arbeitskreislauf (8) gekoppelte Flüssigkolbenpumpe (25) innerhalb des Druckbehälters (1, 2, 3, 4). In dem Druckbehälter (1, 2, 3, 4) ist eine mit einer Bohrung (26) versehene horizontale Wandung (27) vorgesehen, wobei sich oberhalb der Wandung (27) ein Gas oder Gasgemisch und unterhalb der Wandung (27) die Flüssigkolbenpumpe (25) befindet.

(Fig. 2)

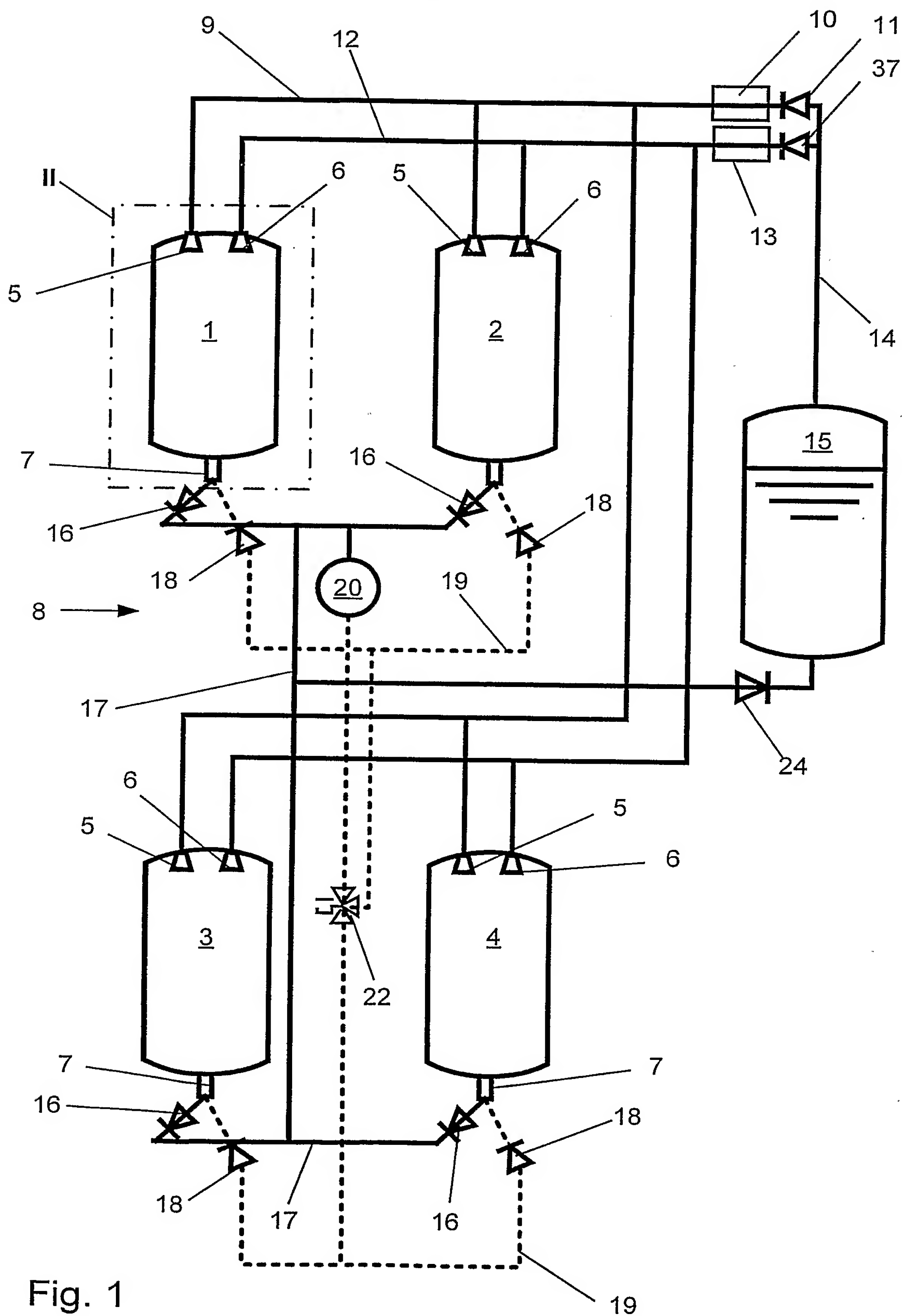


Fig. 1

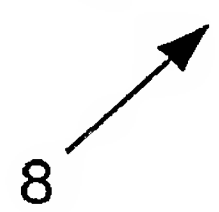


Fig. 2

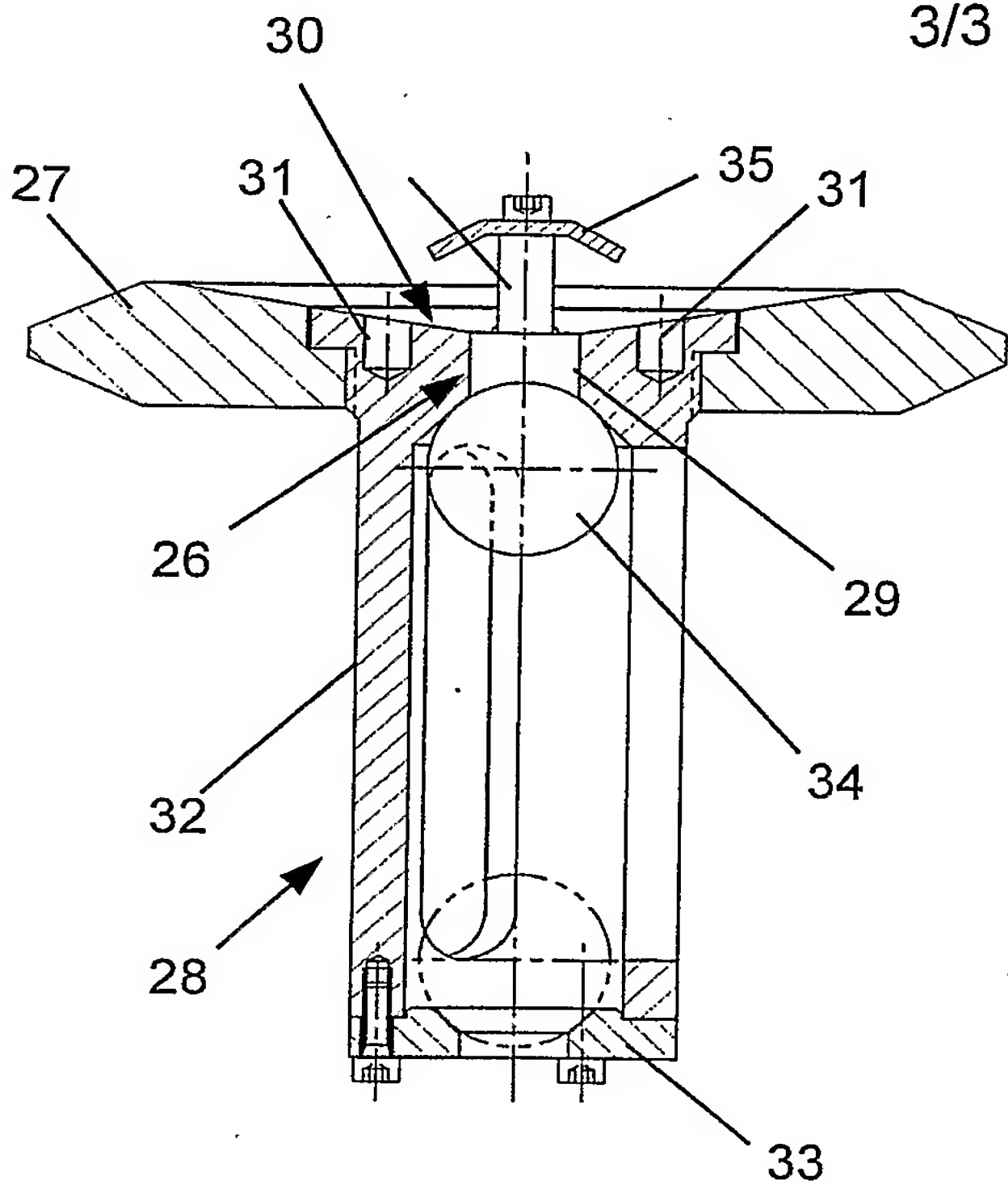


Fig. 3

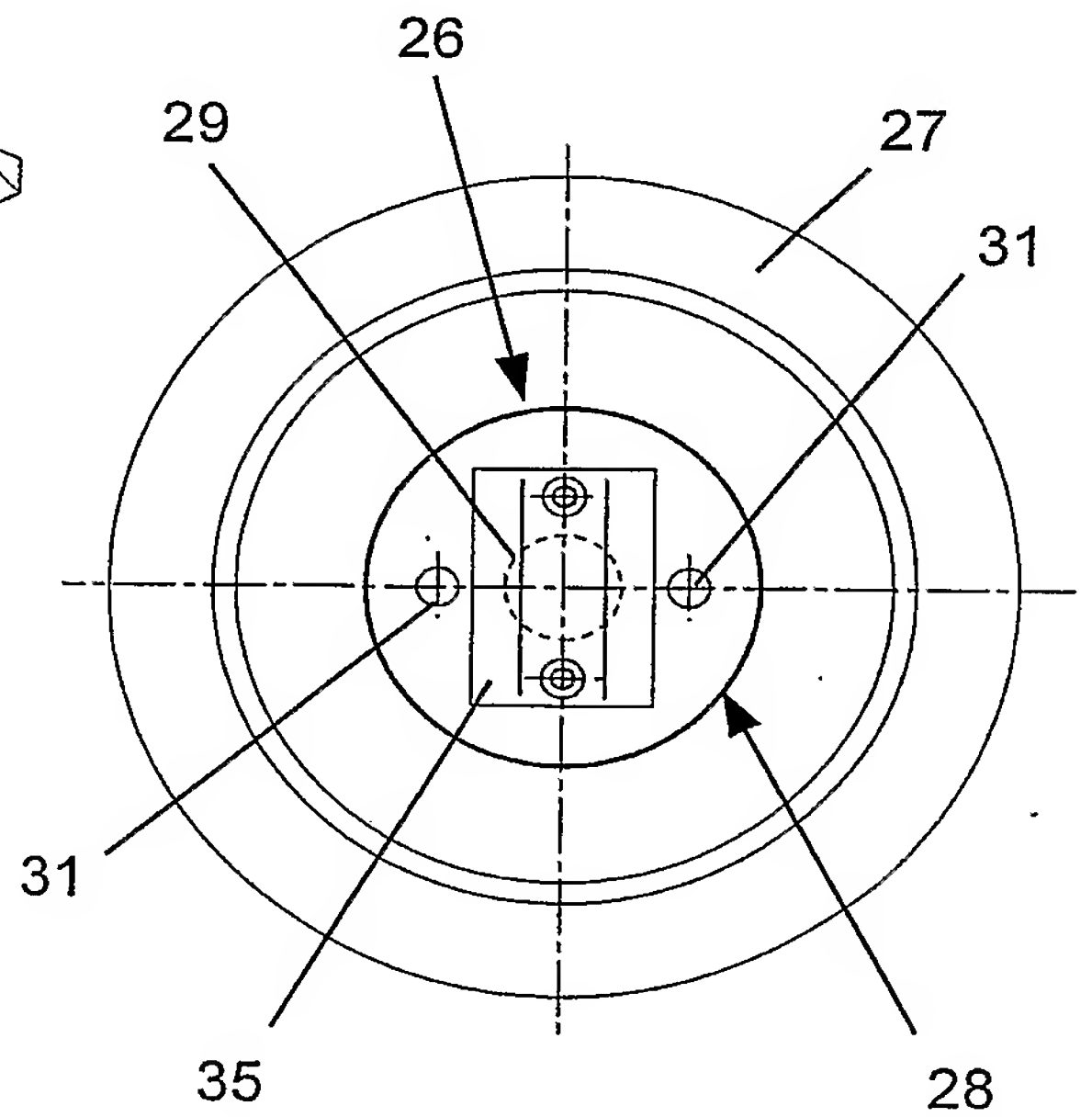


Fig. 4

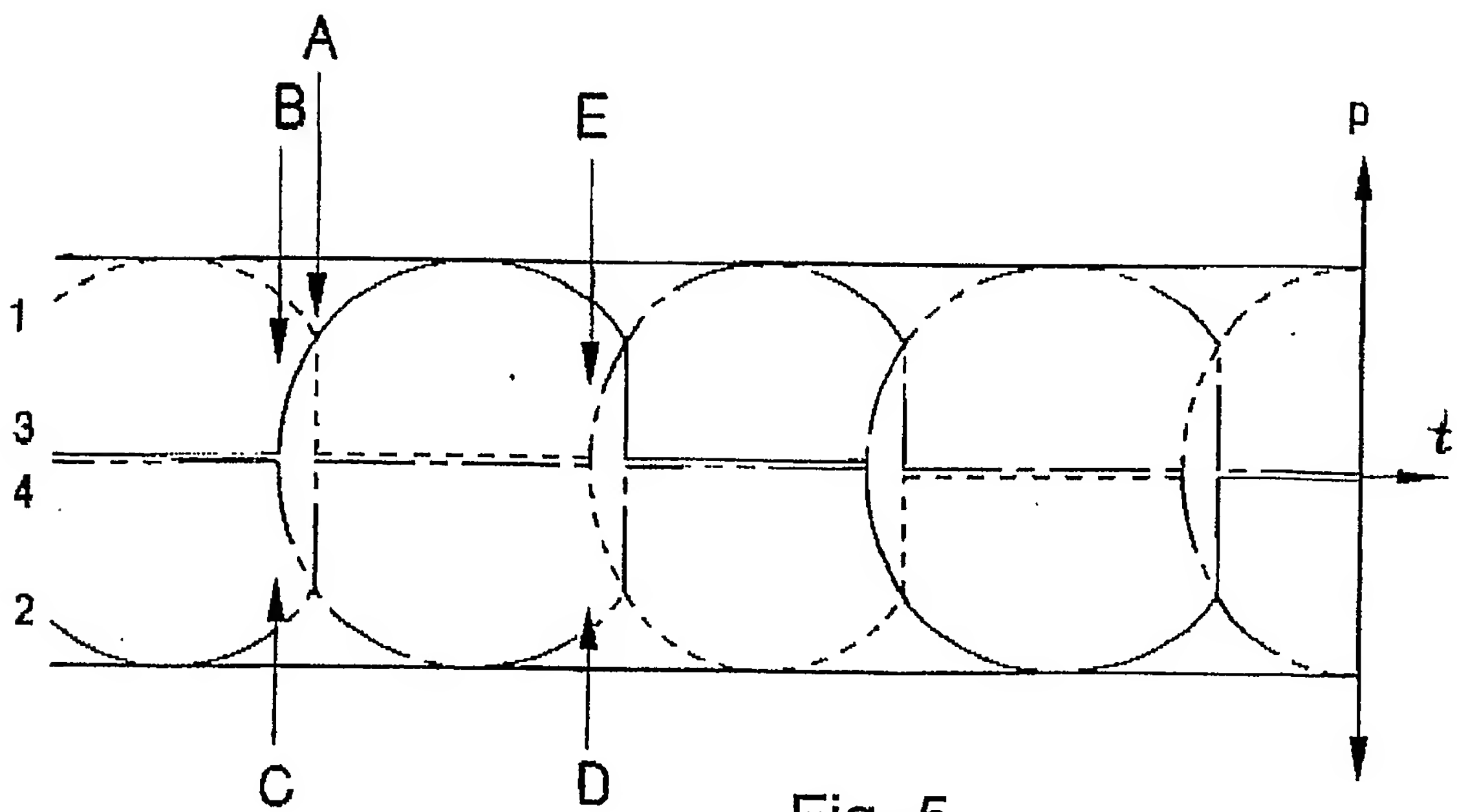


Fig. 5